

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テグコード* (参考)
B 0 1 D 65/02	5 2 0	B 0 1 D 65/02	5 2 0 4 D 0 0 6
63/02		63/02	
C 0 2 F 1/44		C 0 2 F 1/44	H
	Z A B		Z A B K

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 60 頁)

(21) 出願番号 特願2000-575802(P2000-575802)
 (86) (22) 出願日 平成11年10月7日 (1999.10.7)
 (85) 翻訳文提出日 平成13年4月9日 (2001.4.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/CA99/00940
 (87) 国際公開番号 WO00/21890
 (87) 国際公開日 平成12年4月20日 (2000.4.20)
 (31) 優先権主張番号 60/103,665
 (32) 優先日 平成10年10月9日 (1998.10.9)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 2,258,715
 (32) 優先日 平成11年1月14日 (1999.1.14)
 (33) 優先権主張国 カナダ (CA)

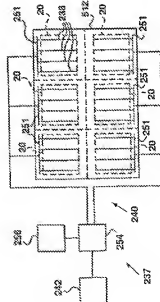
(71) 出願人 ゼノン、エンバイロンメンタル、インコーポレーテッド
 ZENON ENVIRONMENTAL, INC.
 カナダ国オンタリオ州、オークビル、ダンダス、ストリート、ウェスト、3239
 (72) 発明者 コット ビエール
 カナダ国 エル9エイチ 3エム6 オンタリオ ダンダス タリーホウ ドライブ 28
 (74) 代理人 弁理士 武田 正彦 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 浸漬型薄膜モジュール用循環曝気システム

(57) 【要約】

浸漬型薄膜モジュール用曝気システムは、繰り返し周期で高い空気流量と低い空気流量とを交互に供給するようになっている送風機、バルブ、及び、制御装置に接続された1組の曝気槽を有する。1つの実施形態において、送風機、バルブ、及び、制御装置は、2組又はそれ以上の組の曝気槽に交替する空気流を同時に供給し、そのため、総空気流量が一定で、送風機を一定速度で運転することができる。別の実施形態において、繰り返し周期は、短い継続時間を持つ。タンク水に過渡的流れ状態が生じ、デッドスペースを避けるのに役立ち、薄膜の攪拌を補助する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1つ又はそれ以上の浸漬型薄膜モジュールを包含する1つ又はそれ以上のタンクのタンク水を曝気する循環曝気装置であって、

- (a) 複数の個別の分岐を有する空気吐出しネットワークと、
 - (b) 前記空気吐出しネットワークの前記個別の分岐に流体連結され、前記薄膜の下方に装着可能な1つ又はそれ以上の曝気槽と、
 - (c) 初期流量で初期空気流を供給する空気供給装置と、
 - (d) 前記空気供給装置と流体連結され、前記空気吐出しシステムの前記個別の分岐と流体連結された個別の排出口を有するバルブセットと、
 - (e) 前記バルブセットを制御するバルブセット制御装置と、
- を含み、

前記バルブセット及びバルブセット制御装置は、

- (a) 任意の時点で、空気吐出しシステムの少なくとも1つの前記個別の分岐がより高流量で空気を受け取り、空気吐出しシステムの他の少なくとも1つの前記個別の分岐が前記高流量の半分未満であるより低流量で空気を受け取るように、前記初期空気流を分割し、
- (b) 前記空気吐出しネットワークのどの分岐又は複数の分岐が、空気を繰り返し周期で前記より高流量及び前記より低流量で受け取るかを切り替える、ように作動可能であることを特徴とする循環曝気装置。

【請求項2】 前記空気吐出しシステムの前記個別の分岐の各々に付随する前記曝気槽は、前記タンク内の異なる濾過帯域に置かれた薄膜モジュールの下方に装着されることを特徴とする請求項1に記載の発明。

【請求項3】 前記バルブセット制御装置は、前記繰り返し周期が継続時間120秒未満であるように作動されることを特徴とする請求項2に記載の発明。

【請求項4】 前記バルブセット制御装置は、前記繰り返し周期が継続時間60秒未満でかつ10秒を超えるように作動されることを特徴とする請求項3に記載の発明。

【請求項5】 前記薄膜モジュールは、中空繊維薄膜から作られることを特徴とする請求項2に記載の発明。

【請求項 6】 前記中空繊維薄膜モジュールは、前記タンク内で水平方向に向けられることを特徴とする請求項 5 に記載の発明。

【請求項 7】 前記 1 つ又はそれ以上の曝気槽は、空気が前記低流量で供給される時にタンク水を受け入れる導管曝気槽であることを特徴とする請求項 1 に記載の発明。

【請求項 8】 前記 1 つ又はそれ以上の曝気槽は、導管曝気槽の孔に対応するスリットを持つ弾性スリーブで覆われた導管曝気槽であることを特徴とする請求項 1 に記載の発明。

【請求項 9】 前記空気吐出しシステムの第 1 の個別の分岐に付随する曝気槽には、前記空気吐出しシステムの第 2 の個別の分岐に付随する曝気槽が点在することを特徴とする請求項 1 に記載の発明。

【請求項 10】 前記バルブセット制御装置は、前記繰り返し周期が継続時間 120 秒未満であるように作動されることを特徴とする請求項 9 に記載の発明。

【請求項 11】 前記バルブセット制御装置は、前記繰り返し周期が継続時間 60 秒未満でかつ 10 秒を超えるように作動されることを特徴とする請求項 10 に記載の発明。

【請求項 12】 前記バルブセット制御装置は、前記繰り返し周期が継続時間 40 秒未満でかつ 20 秒を超えるように作動されることを特徴とする請求項 11 に記載の発明。

【請求項 13】 前記薄膜モジュールは、垂直方向に向けられた中空繊維薄膜を持つことを特徴とする請求項 9 に記載の発明。

【請求項 14】 前記薄膜モジュールは、上部及び下部ヘッダを有する矩形かせであり、前記曝気槽は、前記矩形かせの前記ヘッダとほぼ同じ長さの導管曝気槽であり、1 つ又は 2 つの矩形かせは、そのような曝気槽の各々に付随することを特徴とする請求項 13 に記載の発明。

【請求項 15】 濾過帯域に集められた薄膜モジュールを持つ浸漬型薄膜濾過装置であって、

前記濾過帯域に対して予め選択された時間だけ連続して周期的に前記高流量で

曝気を供給するように作動される請求項 1 に記載の循環曝気装置を含み、

前記予め選択された時間と前記周期の継続時間とは、前記薄膜モジュールに間欠曝気を準備する、

ことを特徴とする浸漬型薄膜濾過装置。

【請求項 16】 濾過帯域に集められた薄膜モジュールと、連続して前記濾過帯域を浸透及び逆洗するように作動可能及び作動される浸透及び逆洗手段とを持つ浸漬型薄膜濾過システムであって、

(a) 前記濾過帯域に対して予め選択された時間だけ、前記予め選択された時間の 1.2 倍を超えない周期で連続して前記高流量で曝気を供給するように作動される請求項 1 に記載の循環曝気装置と、

(b) 濾過帯域の曝気の前に前記濾過帯域の各々の前記薄膜モジュールを逆洗するために前記逆洗手段を作動する段階と、
を含むことを特徴とする浸漬型薄膜濾過システム。

【請求項 17】 濾過浸透液を生成するために水を処理するリアクタであって、

(a) 前記水を保持するタンクと、

(b) 前記水中に正常に浸漬されるように前記タンクに装着された 1 つ又はそれ以上の薄膜モジュールと、

(c) 前記 1 つ又はそれ以上の薄膜モジュールから濾過浸透液を回収する手段と、

(d) (i) 付着抑制気泡で供給水を曝気し、(ii) 前記タンクの前記水に過渡的流れ状態を生成する、その両方の手段と、
を含むことを特徴とするリアクタ。

【請求項 18】 前記 1 つ又はそれ以上の薄膜モジュールは、中空繊維薄膜モジュールを含むことを特徴とする請求項 17 に記載の発明。

【請求項 19】 複数の浸漬型薄膜モジュールを曝気する方法であって、

前記薄膜モジュールの下方の曝気槽に、継続時間 120 秒未満の繰り返し周期で、流れの高流量と前記高流量の半分未満である低流量との間で交替する空気流を供給する段階、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項20】 前記繰り返し周期は、継続時間10秒から60秒の間であることを特徴とする請求項19に記載の発明。

【請求項21】 前記低流量は、エア・オフ状態であることを特徴とする請求項20に記載の発明。

【請求項22】 前記高流量は、0.013メートル/秒から0.15メートル/秒の間の空気流を受け入れる前記曝気槽に対する見かけ速度に相当することを特徴とする請求項21に記載の発明。

【請求項23】 前記曝気槽への気体流量が前記高流量の時、より大きな気泡を生成する段階と、

前記曝気槽への気体流量が前記低流量の時、より小さな気泡を生成する段階と、
を更に含むことを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項24】 複数の浸漬型薄膜モジュールを曝気する方法であって、

(a) 前記薄膜モジュール下方の第2の組の曝気槽を点状させて前記薄膜モジュール下方に第1の組の曝気槽を準備する段階と、

(b) 初期流量で初期空気流を準備する段階と、

(c) 継続時間120秒未満の繰り返し周期で、第1の時間間隔に対して前記第1の組の曝気槽が高流量で空気を受け取る一方、前記第2の組の曝気槽が低流量で空気を受け取り、第2の時間間隔に対して前記第1の組の曝気槽が低流量で空気を受け取る一方、前記第2の組の曝気槽が高流量で空気を受け取るように、前記初期空気流を分割及び配分する段階と、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項25】 前記周期は、継続時間20から40秒の間であることを特徴とする請求項24に記載の発明。

【請求項26】 前記低流量は、エア・オフ状態であることを特徴とする請求項24に記載の発明。

【請求項27】 前記気体流の高流量は、0.013メートル/秒から0.15メートル/秒の見かけ速度に相当することを特徴とする請求項26に記載の

曝気システム。

【請求項28】 1つ又はそれ以上の浸漬型薄膜モジュールを包含するタンク又は複数のタンクのタンク水を曝気する循環曝気装置であって、

- (a) 空気吐出しネットワークと、
 - (b) 前記空気吐出しネットワークに流体連結され、前記薄膜下方に装着可能な1つ又はそれ以上の曝気槽と、
 - (c) 初期流量で初期空気流を供給する空気供給装置と、
 - (d) 前記空気供給装置に流体連結され、前記空気吐出しネットワークに流体連結された排出口を持つバルブセットと、
 - (e) 前記バルブセットを制御するバルブセット制御装置と、
- を含み、

前記バルブセット及びバルブセット制御装置は、前記排出口において、空気を継続時間120秒又はそれ以下の周期で高流量及び低流量で交互に供給するように作動可能である、

ことを特徴とする循環曝気装置。

【請求項29】 前記低流量は、前記高流量の半分未満であることを特徴とする請求項28に記載の発明。

【請求項30】 前記低流量は、エア・オフ状態であることを特徴とする請求項29に記載の循環曝気装置。

【請求項31】 前記高流量は、前記高流量で空気を受け入れる前記曝気槽に対して0.013メートル/秒から0.15メートル/秒の見かけ速度を持つことを特徴とする請求項30に記載の循環曝気装置。

【請求項32】 前記周期は、継続時間10秒から60秒の間であることを特徴とする請求項28に記載の循環曝気装置。

【請求項33】 前記薄膜モジュールは、中空繊維薄膜を持つことを特徴とする請求項28に記載の循環曝気装置。

【請求項34】 前記中空繊維薄膜は、前記タンク内で水平方向に向けられることを特徴とする請求項33に記載の循環曝気装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

本発明は、液体の濾過に関し、より詳細には、曝気槽が生成する洗浄気泡を使用して浸漬型薄膜フィルタの薄膜の汚れを洗浄又は防ぐことに関する。

【0002】

(背景技術)

浸漬型薄膜は、固形物を包含する液体の処理に使用され、固形物の希薄な濾過液体と、固形物の多い濾過されない濃縮水とを生成する。例えば、浸漬型薄膜は、廃水から実質的に清潔な水を抽出したり、湖水や貯水池の水から飲料水を抽出するのに使用される。

薄膜は、通常、薄膜とその薄膜に取り付けられるヘッダを含むモジュール内に配置される。モジュールは、固形物を包含する水の入ったタンク内に浸漬される。膜間圧力は、薄膜壁間に亘って加えられ、濾過された水を薄膜壁を通して貫通させる。固形物は薄膜によって排除され、タンク水の中に残って微生物学的又は化学的に処理されるか、又は、タンクから排出される。

【0003】

気泡は、薄膜モジュールの下方に配置され、導管により送風機に接続された曝気槽を通してタンクに送り込まれる。気泡は、タンク水の表面まで上昇し、タンク水を薄膜モジュール周辺に再循環させるエアリフトを作り出す。空気流量が有効範囲内の場合、上昇する気泡とタンク水とが薄膜を洗い流し攪拌して、タンク内の固形物が薄膜の細孔に付着するのを抑制する。更に、気泡からタンク水に酸素が移行され、廃水処理の場合には微生物が成長するための酸素が供給される。送風機は、送風機モータに加わる応力を最小にし、必要ならば微生物が成長するために必要な酸素を常時供給するために、一般に連続的に運転される。

【0004】

一般的な曝気システムにおいて更に洗浄が必要な場合、オペレータは、曝気槽への空気流量を増やす。しかし、この手法は、薄膜と送風機モータとに応力を加え、消費エネルギーが増えるため処理の運転コストが大幅に増加する。反対に、

洗浄が比較的少なくてよい場合、オペレータは、通常、曝気槽への空気流量を減らす。しかし、この方法においては、空気流量が常に有効範囲を下回り、効率的な洗浄をもたらさない。別の方法として、オペレータによっては、空気を間欠的に供給することによって平均空気流量を減らす場合がある。この方法により、空気流量は有効範囲に入るが、その代わり、送風機の入り切りが頻繁になることにより摩耗が速くなる。多くの場合、そのような間欠運転により、送風機の保証は取り消される。

【0005】

通常の曝気システムの別の問題は、タンク水をタンク内ではほぼ定常状態の再循環パターンで移動させることである。再循環パターンは、一般に、再循環タンク水と気泡とがタンク水に到達しない「デッドゾーン」を含む。これらデッドゾーンにある薄膜又はその一部は、効果的に洗浄されず、通常のタンク水よりも高濃度の固形物を持つ水中で運転される可能性がある。従って、これらの薄膜又はこれらの薄膜の影響する部分は、固形物ですぐに汚れる。

薄膜が動いて固形物を振り落とす又は固形物の捕捉を避けるために、中空繊維薄膜が若干のたるみを持って設置される場合、同様な問題がモジュールに発生する。タンク内のタンク水の動きは、たるんだ薄膜が、特に薄膜の端部近くでほぼ定常状態の位置をとるように助長し、それが繊維の有益な動きを妨害する。

【0006】

更に、現行曝気システムの別の問題は、曝気槽自体がある時間が経つとしばしば汚れることである。空気が供給されている間でさえも、曝気槽の孔の周縁付近の局所的な空気圧が低く、タンク水を曝気槽の中に浸透させる。例えば、逆洗や洗浄や保守手順のために曝気が時々停止される時、より多いタンク水が曝気システムに入り得る。曝気システムに入るタンク水の一部はそこで蒸発し、曝気システムに固形沈殿物を残す。特に廃水用途においては、沈殿した固形物が曝気システムの効率を著しく低下させるか、又は、オペレータに定期的に濾過作用を中断させ、曝気槽の洗浄又は交換をさせることになる。

【0007】

(発明の開示)

本発明の目的は、タンクのタンク水に浸漬される限外濾過及び微細濾過薄膜モジュールを曝気するのに使用し得る循環曝気システムを提供することである。循環曝気システムは、バルブセット及びバルブセット制御装置を使用して、空気供給装置を空気吐出しネットワークの複数の個別分岐に接続する。空気吐出しネットワークの個別分岐は、次に、薄膜モジュールの下方に置かれた曝気槽に接続される。空気供給装置は、初期の定常的な空気流を供給するように運転されるが、バルブセット及びバルブ制御装置は、初期空気流を分割して空気分配システムの個別の分岐に分配し、それにより、各々の個別分岐への空気流が高流量と低流量との間で繰り返し周期で交替する。

【0008】

1つに実施形態において、循環曝気システムは、各々が空気吐出しネットワークの個別分岐に付随する複数の濾過帯域に配置された薄膜モジュールに間欠曝気を準備するために使用される。循環曝気システムは、所定の時間、各々の濾過帯域に順に曝気を供給するように形成され、運転される。別の実施形態において、循環曝気システムは、薄膜モジュールのグループに強力な曝気を供給するために使用される。そのような実施形態の1つにおいて、循環曝気システムは、空気吐出しネットワークの分岐に高流量と低流量との間を120秒又はそれ以下の周期で交替して空気を供給するように形成され、運転される。別のそのような実施形態において、空気吐出しネットワークの第1分岐に付随する曝気槽は、空気吐出しネットワークの第2分岐に付随する曝気槽の間に点在する。高流量の空気流は、空気吐出しネットワークの第1及び第2分岐の間で120秒又はそれ以下の周期で交替する。

ここで、本発明の最良の実施形態は、添付図面を参照して以下に説明される。

【0009】

(発明を実施するための最良の形態)

一般的記述

図1を参照すると、リアクタ10の一般的配置が示されている。本節での「リアクタ10」の記述は、いかなる特定実施形態の記述とも矛盾しない点まで、以下に述べる様々な実施形態にも一般に適用される。

リアクタ10は、タンク12を有しており、最初に、注入口16より供給される供給水14が満たされている。供給水14は、微生物、浮遊物質、又は、固形物と総称されることになる他の物質を包含し得る。一度タンクの中に入ると、供給水14は、特にリアクタが廃水処理に使用される場合、種々の固形物の増加した濃度を持ち得るタンク水18となる。

【0010】

1つ又はそれ以上の薄膜モジュール20は、タンクに装着され、1つ又はそれ以上の薄膜6の浸透側と流体連結する1つ又はそれ以上のヘッダ22を持つ。薄膜モジュール20の薄膜6の細孔サイズは、微細濾過又は限外濾過の範囲で、0.003と10ミクロンとの間のあることが好ましい。

ヘッダの形態を変えることにより、薄膜モジュール20は、種々のサイズ及び形態で利用可能である。例えば、薄膜6を中空の繊維とし、その内腔が少なくとも1つのヘッダ22と流体連結されるように1つ又はそれ以上のヘッダ22に埋め込まれてもよい。ヘッダ22は、どのような都合のよい形状でもよいが、通常は薄膜6に取り付けられる矩形又は円形面を持つ。別の方法としては、薄膜6は、一般に垂直方向に向けられ、間隔を置かれた1対の平らなシートであってもよく、ヘッダ22が全ての4つの側面上で、得られる内面と流体連結される。薄膜モジュール20は、1つ又はそれ以上の微細濾過又は限外濾過薄膜6を持つことができ、多くの薄膜モジュール20は互いに結合されてより大きな薄膜モジュール又はカセットを形成し得るが、そのような形態は、全て薄膜モジュール20と呼ばれることになる。

【0011】

図1B、図1C、及び、図1Dは、矩形かせ8を有する好適な薄膜モジュール20を示す。各々の矩形かせ8において、中空繊維薄膜23が2つの対向するヘッダ22の間に保持される。各々の薄膜23の端部は、埋込樹脂によって囲まれ、薄膜23の外側とヘッダ22との間に水密な接続を生成し、同時に中空繊維薄膜23の内腔と少なくとも1つのヘッダ22との流体連結を保持している。矩形かせ8は、水平面に(図1B)、垂直面に(図1C)、又は、垂直面に水平に(図1D)向けることができる。複数の矩形かせ8は、通常、薄膜モジュール20

で互いに結合される。

各々の矩形かせ8において単一列の中空繊維薄膜23が示されているが、標準的な矩形かせ8は、2センチメートルから10センチメートルの幅に大量の中空繊維薄膜23を有する。通常、中空繊維薄膜23の外径は0.4ミリメートルと4.0ミリメートルの間であり、10%及び40%の間の充填密度で埋め込まれる。中空繊維薄膜23の長さは、一般に400ミリメートルと1,800ミリメートルの間であり、0.1%から5%の間のたるみで取り付けられる。

【0012】

再度図1Aを参照すると、浸透の間、タンク12には、薄膜モジュール20の薄膜6の高さを超えるタンク水18が満たされている。浸透液24と呼ばれる濾過水は、膜間圧力の効果により薄膜モジュール20の薄膜6の壁面を通して流れ、ヘッダ22に集まって浸透液管路28を通り、浸透液排出口26に搬送される。膜間圧力は、浸透液管路28に部分的真空を生成する浸透液ポンプによって作り出されることが好ましい。膜間圧力は、異なる薄膜の種類や適用例によって変動し得るが、通常、1キロパスカルと150キロパスカルとの間である。浸透液24はまた、周期的に薄膜モジュール20を通して逆方向に流され、薄膜モジュールを洗浄するのを補助してもよい。

【0013】

浸透の間、薄膜6は、タンク水18に残留している固形物を除去する。これらの固形物は、リアクタ10がバイオリアクタの場合には微生物による消化、又は、定期的にタンク12の排水、又は、タンク水18の一部を連続的に除去するなどを含むいくつかの方法で除去することができるが、後者の2つの方法は、タンク底部の排水管34にある排水バルブ32を開いて達成される。

曝気システム37は、空気吐出しシステム40により接続された1つ又はそれ以上の曝気槽38と、一般に1つ又はそれ以上の送風機でありタンク水で気泡36を発生する空気供給装置42への配分マニホールド51とを有する。曝気槽38は、キャップ曝気槽などの個別の曝気槽、又は、配分マニホールド51に取り付けられた管又は配分マニホールド51の一部にドリルで孔をあけただけのものなどを、様々なタイプがあり得る。気泡は、空気で作ることが好ましいが、必要で

あれば酸素又は酸素濃縮空気などの別の気体で作ってもよい。

【0014】

曝気槽38は、通常、薄膜モジュール20の下に置かれる。薄膜モジュール20が垂直な中空繊維薄膜23を有する矩形かせ8で作られている場合には、曝気槽38は、下部ヘッダの縁部近くに気泡を発生させるように置かれることが好ましい。垂直面に中空繊維薄膜23を有する矩形かせ8においては、曝気槽38は、垂直面のすぐ下の管路に気泡を発生させるように置かれることが好ましい。水平面に中空繊維薄膜23を有する矩形かせ8においては、曝気槽38は、平面下に均一に分散する気泡を発生させるように置かれることが好ましい。

【0015】

気泡36は、薄膜6を攪拌し、その付着物を抑制又は洗浄する。更に、気泡36はまた、薄膜モジュール20内又は近辺のタンク水18の局所密度を小さくしてエアリフト効果をもたらし、タンク水18を薄膜モジュール20を通り越して上方に流す。エアリフト効果によって再循環パターン46が起こり、タンク水18が薄膜モジュール20を通して上方に流れ、次に、タンクの側面又は他の部分に沿って下方に流れる。通常気泡36は、表面で破裂し、再循環パターンの下方に向かって流れる部分を通るタンク水18には従わない。タンク水18はまた、例えば注入口16から排水管34に向かう動きに従って流れ得るが、そのような流れが気泡36が生成する流れに優先することはない。

【0016】

気泡36の平均直径は、0.1と50ミリメートルとの間である。独立した大きな気泡36は、薄膜6の洗浄又は付着物の抑止にとってより効果的であると考えられているが、より小さい気泡36は、タンク水18に酸素を搬送するのにより効果的であり、また、各気泡36当たりの生成エネルギーがより少なくて済む。直径が3ミリメートルと20ミリメートルとの間、より好適には5ミリメートルと15ミリメートルとの間の気泡36は、多くの廃水適用例に使用するのに適している。上記範囲の気泡36により、タンク12の表面においてタンク水18から過度の気泡を生じさせることなく、薄膜6の洗浄が効果的に行われ、タンク水18に良好な酸素搬送をもたらす。飲料水を生成するため、又は、酸素搬送が

不要な他の適用例のためにリアクタ10が使用される場合、5ミリメートルと25ミリメートルとの間の気泡が好適である。

【0017】

気泡36は、気泡36が空気圧、流量、及び、タンク水18の表面下の曝気槽38の深さなどの既知の要素に従って作られる曝気槽38の孔よりも大きい可能性がある。曝気槽38が地方自治体の処理作業に使用されるような大きなタンク12の底部近くに設置される場合、2ミリメートルと15ミリメートルとの間、好適には5ミリメートルと10ミリメートルとの間の孔を持つ曝気槽38を使用し得るであろう。供給される空気圧力（大気圧に対して）は、一般に、曝気槽38の水没深さでの水頭（約10キロパスカル毎メートル）と、曝気槽38を通る目標とする空気流量を得るのに必要な追加圧力とから決められる。曝気槽38の孔を横切って一般に5ミリメートルと100ミリメートルとの間、典型的には10ミリメートルと50ミリメートルとの間の圧力降下がある。曝気槽38の孔の底部下方に圧力降下と等しい距離に置かれる曝気システム37の部品は、少量のタンク水18が曝気システム37内にそれでもし込み込む可能性はあるが、空気供給装置42が作動している時には、通常、タンク水から防水されている。

【0018】

循環曝気槽

ここで図2を参照すると、バルブセット254に流体連結された空気供給装置242を有する循環曝気槽237が示され、バルブセット254は、バルブ制御装置256によって制御されている。バルブセット254は、複数の個別分岐を持つ空気吐出しネットワーク240と流体連結され、個別分岐の各々は、導管曝気槽238と流体連結された個別ヘッダ251に流体連結されている。ヘッダ251又は空気吐出しネットワークに対する適切な変更と共に、他のタイプの曝気槽も使用し得るが、導管曝気槽238が好適である。空気吐出しネットワーク240の第3分岐と第3ヘッダ251とが波線で表され、空気吐出しネットワーク240の個別分岐及びヘッダ251の数が2又はそれ以上であってもよいことを示すが、15を越えないことが好ましい。

【0019】

空気供給装置242は、一般に1つ又はそれ以上の送風機である加圧空気の供給源であり、循環曝気システムに初期流量の気体流を供給する。気体は、多くの場合空気であるが、酸素、酸素又はオゾン濃縮空気、又は、空気供給装置242が送風機に加えて酸素化又はオゾン化装置などを備えることになる場合は窒素でもよい。しかし、本明細書において「空気」という用語は、適切な気体のいずれをも指すものとする。空気供給装置242によって供給される空気量は、空気供給装置242が全ての導管曝気槽238に供給する量（以下に述べる）を合計することにより最適に決められる。空気供給装置242は、常時一定量の空気を供給することが好ましい。

バルブセット254及びバルブ制御装置256について、以下に更に詳細に説明される。しかし、一般的な観点において、バルブセット254及びバルブ制御装置256は、(a) 空気供給装置242からの空気流量を空気吐出しネットワーク240の間で分岐し、ある時点において、いくつかの分岐がより多い流量の空気を受け取り、いくつかの分岐がより少ない流量の空気を受け取る、また、(b) 多い及び少ない流量の空気を受け取る空気吐出しネットワーク240の分岐を繰り返し周期により切り替える。

【0020】

図3に例が示されている。図3の各部分a)、b)、及び、c)において、R_hは多い流量を、R_lは少ない流量を示し、0からt₃までの時間は、繰り返されるであろう周期を示す。周期は、3つの実質的に等しい時間間隔、0からt₁、t₁からt₂、及び、t₂からt₃に分割される。これらの時間間隔の各々において、空気吐出しシステム240の1つの分岐とその付随する配分マニホールド251とは、R_hで空気を受け取り、一方、他は、R_lで空気を受け取る。同様に、空気吐出しシステム240の各分岐及びその付随する配分マニホールド251は、周期の1/3に対してR_hで、また、周期の2/3に対してR_lで空気を受け取る。

【0021】

以下に説明するバルブセット254の多くは、マニホールド251に対する空気流量の滑らかな変動を生み出すために使用できるが、変化が図3に示すように相

当急激なことが好ましい。本発明者は、そのように急激な変化が異常に大きな気泡36の短時間の破裂を生み出し、洗浄又は付着物抑制にかなりの効果を持つようにみえることを注目した。多くの場合、この急激な変化は、RhからRlに移行した直後に空気流量のスパイクを生み出し、それに対応する圧力サージを発生させる。この圧力サージは、循環曝気槽237の設計限内に保たれるか、又は、適切な吹出バルブなどを設ける必要がある。

【0022】

マニホールド251又は空気吐出しネットワーク240の分岐に供給される空気の量は、多くの要因に左右されるが、導管曝気槽238に供給する空気流の見かけ速度に関連することが好ましい。空気流の見かけ速度は、標準条件（1気圧、25℃）における導管曝気槽238に対する空気流量を曝気の断面積で割ったものとして定義される。曝気の断面積は、導管曝気槽238によって効果的に曝気される面積を測定して決められる。高い流量（Rh）において、空気流の見かけ速度は、0.013メートル/秒と0.15メートル/秒との間が好ましい。飲料用途に使用される空気送風機の寸法は、この範囲の下限値に近く、一方、廃水用途の空気送風機の寸法は上限値に近いであろう。

Rlは、通常、Rhの半分未満であり、多くの場合、流れのないエア・オフ状態である。この範囲内において、少ない空気流量は、供給水14の質に影響される。エア・オフ状態が通常好ましいが、いくらかの量の供給水14の供給によって、低い流量における曝気の短時間の間においてさえ、中空繊維薄膜23は顕著に汚れる。これらの場合、少ない空気流量が大きい流量の半分に近づくと良好な結果が得られる。

【0023】

図4A、図4B、及び、図4Cを参照すると、バルブセット254とバルブ制御装置256の代わりにの実施形態が示されている。図4Aにおいて、空気供給装置242は、好適にはボールバルブである三方バルブに空気を送風し、その2つの残っているオリフィスが2つのマニホールド251に接続されている。三方バルブ制御装置294は、マニホールド251の1つへの空気経路を開き、次に別の1つへの流路を開くという具合に交互に開く。好適には180度の位相のずれがあ

り、そのために1つのマニホールド251への空気経路が開く間、別のマニホールド251への経路は閉じる。三方バルブ292は、三方バルブ制御装置294上のレバー299にコネクタ298によって接続されたハンドル296によって機械的に作動することが可能であり、その場合、三方バルブ制御装置は、レバー299の回転に必要な速度で回転する駆動ユニットである。しかし、三方バルブ制御装置294は、三方バルブ292を急激に動かすために、より簡単に形成できるマイクロプロセッサとサーボ又はソレノイドとの組み合わせが好適である。

【0024】

図4Bにおいて、空気供給装置242は、空気流を低流量管路262と高流量管路264に分割するコネクタ262内に空気を送る。低流量管路262中のバルブ266は、低流量管路262中の流量が好適には高流量管路264中の流量の半分未満であるように調整される。好適にはタイマ、マイクロプロセッサ、又は、次に述べるバルブに対して電氣的又は機械的に結合する1つ又はそれ以上のモータである制御装置268は、電磁バルブ又は三方ボールバルブであり得る低圧バルブ270と、電磁バルブ又は三方ボールバルブであり得る高圧バルブ272とを制御し、そのため、第1の時間間隔（周期の第1の部分）の間、低流量管路中の空気がマニホールド251の1つに流れ、高流量管路中の空気が他のマニホールド251に流れる。第2の時間間隔（周期の第2の部分）の間、低圧バルブ270及び高圧バルブ272は、低流量管路262中の空気が交差導管274を通してマニホールド251へ流れ、高流量管路264中の空気が逆交差導管276を通して別のマニホールドに流れるように制御される。

図4Cにおいて、空気供給装置242は、バルブ262によってマニホールド251に接続された送風機ヘッド260内へ空気を送風する。各々のバルブ262は、通常電磁又はサーボモータである従属制御装置280によって制御される。従属制御装置は、本節及び以下に示す実施形態にて説明されるシステム作動に従ってバルブ262を開閉するようにプログラムされたマイクロプロセッサ282によって作動される。

【0025】

効率的な間欠曝気をもたらす循環曝気の使用

効率的な間欠曝気をもたらす循環曝気システム237の使用について、ここで以下の実施形態を参照して説明されるが、本発明はその実施形態に限定されないことを理解されたい。図5を参照すると、濾過タンク412中の6つの薄膜モジュール20（波線で示されている）に対する間欠曝気をもたらす用途の曝気システム237が示されている。濾過タンク412は、6つの薄膜モジュール20に対応して6つの濾過帯域（波線で示されている）を有する。別の方法として、濾過帯域は、1つ又はそれ以上の薄膜モジュールを各々有する分離されたタンクによって準備することができる。薄膜モジュール20は、比較的付着物のない、間欠曝気に適するような表面水の濾過に使用されるであろう。

【0026】

空気吐出しネットワーク240は、各々が濾過帯域中のヘッダ251に接続された6つの分岐を有する。各々のヘッダ251は、次に、通常薄膜モジュール20の下部に取り付けられたマニホールド曝気槽238に接続される。バルブセット254とバルブ制御装置256とは、空気供給装置242から空気吐出しネットワーク240へ7.5分周期で空気を供給するように形成及び作動され、高流量の空気が空気吐出しネットワーク240の各分岐に順に約75秒間供給される。空気吐出しネットワーク240の分岐が高流量で空気を受け入れていない間は、低流量で空気を受け入れる。従って、各々のヘッダ251は、7.5分毎に75秒間高流量で空気を受け入れる。しかし、空気供給装置242の作動は一定であり、1つのマニホールド251用の大きさの空気供給装置が、6つのそのようなマニホールドに供するために使用される。

【0027】

薄膜モジュール20が空気に曝されている間に薄膜モジュール20の逆洗が起こるように、薄膜モジュール20の逆洗も薄膜モジュール上で順々に行われることが好ましい。薄膜モジュール20は、各々の薄膜モジュール20がそれ自体の浸透ポンプ30とそれに付随する逆洗装置とによって処理される場合に最も簡単に逆洗できる。例えば大型の地方自治体のシステムにおいて、浸透及び逆洗装置は、一般に約8から11ML/日の能力に限定される。従って、中間の大きさの（すなわち、40ML/日の範囲）プラントは、個別に制御できる浸透及び逆洗

装置セットにより供されるいくつかの薄膜モジュール20を持つであろう。あるプラントにおいては、逆洗が薄膜モジュール20上で順に行われ、曝気に関係なく浸透24の均一な供給が生み出される。

【0028】

例えば濁度0.3 ntu、色度3.9 tpcuの供給水で実施された予備研究において、本発明者は、見かけ速度0.035メートル/秒の高流量での1分15秒毎の75秒間の曝気を用い、薄膜モジュールの良好な持続浸透性を達成できた。周期の残りの時間は、曝気を行わなかった。各々の周期において、薄膜モジュール20を通る浸透が15分、逆洗が15秒であった。曝気が75秒設定されたので、バックパルス前の曝気が30秒、バックパルス中の曝気、及び、バックパルス後の曝気が30秒あった。この試験が示唆するのは、循環曝気を各々のマニホールド251が付随する薄膜モジュール20の逆洗と一致するように設定する場合、約12個の薄膜モジュール20が、循環曝気システム237の一部としての単一空気供給装置242によって供給され得るということである。

【0029】

強力な曝気をもたらす循環曝気の使用

ここで、以下の実施形態に関連して強力な曝気をもたらす循環曝気槽237の使用について説明されるが、本発明はその実施形態に限定されないことを理解されたい。図6を参照すると、濾過容器512の2組の薄膜モジュール20（波線で示されている）の間で交替する曝気をもたらすのに使用される曝気システム237が示されている。濾過容器512はまた、2組の薄膜モジュール20に対応して2組の濾過帯域（同様に波線で示されている）を有する。別の方法として、濾過帯域は、各々のタンクに1つ又はそれ以上の薄膜モジュール20を有する別々のタンクで準備できるであろう。薄膜モジュール20は、強力な曝気が適する比較的付着物の多い表面水又は廃水を濾過するのに使用されるであろう。

【0030】

空気吐出しネットワーク240は、2つの個別の分岐を有し、各々が濾過帯域のヘッダ251に接続される。各々のヘッダ251は、次に、一般に薄膜モジュール20の下部に取り付けられる導管曝気槽238に接続される。バルブセット

254とバルブ制御装置256とは、空気供給装置242から空気吐出しネットワーク240へ短い周期で空気を供給するように形成及び作動され、高流量の空気が空気吐出しネットワーク240の各分岐に半分の周期の間供給される。空気吐出しネットワーク240の分岐が高流量で空気を受け入れていない間は、低流量の空気を受け入れる。

【0031】

好適な総周期は、濾過容器512の深さ、薄膜モジュール20のデザイン、処理パラメータ、及び、処理される供給水14の条件によって変わり得るが、濾過容器512の深さが1メートルと10メートルとの間の一般的な地方自治体用タンクの場合、少なくとも10秒（最高流量で5秒間及び低減流量で5秒間）が好適である。最大120秒（最高流量で60秒間、低減流量で60秒間）の周期が有効であり得るが、濾過容器412が一般的な地方自治体用タンクの場合、60秒（最高流量で30秒間、低減流量で30秒間）を超えない周期が好ましい。

【0032】

そのように速い周期においては、タンク水18内で過渡的流れが発生すると本発明者は考えている。特に、空気流量がR1からRhに変化してタンク水18が加速される場合、エアリフト効果が生成又は強化される。しかし、そのすぐ後には、曝気とエアリフト効果とは急激に小さくなり、タンク水18が減速される。周期が非常に短いと、タンク水18は周期の大部分の間加速又は減速され、定常状態はほとんどなくなる。タンク水18に静止帯域が形成されるのが抑制され、中空繊維薄膜23の有益な動きが高められると考えられる。例えば、水平な中空繊維薄膜23は、図1B及び図1Dの矩形かせ8に示すように、定常状態曝気の下において、一般に下方に凹面の形状をしており、それらの端部において制限された動きをする。しかし、上記の循環曝気においては、中空繊維薄膜23の応力は周期的に解放され、ある場合には下方に流れる局所流が短時間の間発生し得る。水平な中空繊維薄膜23の端部は、より有益な動きをし、汚れが比較的遅い。この有益な効果は、過渡的流れの生成と関連している可能性があるので、タンクの深さ又は囲い板など、1組の導管曝気槽238上方の水柱の加速をもたらす要素は、前述の好適な周期を修正し得ると考えられる。

【0033】

水平流を促進する循環曝気の使用

タンク水18の水平流を促進する循環曝気の使用について、以下の実施形態に関連して説明されるが、本発明はその実施形態に限定されないことを理解されたい。図7を参照すると、処理タンク612の薄膜モジュール20を空気に曝すために使用される曝気槽237が示されている。薄膜モジュール20は、強力な曝気が適切である比較的付着物の多い表面水又は廃水を濾過するのに使用されるであろう。

空気吐出しネットワーク240は、2つの個別の分岐を有し、各々が単一濾過帯域にある2つの個別のヘッダ251に接続される。ヘッダ251は、区別する都合からヘッダ251a及び251bと称する。ヘッダ251は、ヘッダ251aに取り付けられた導管曝気槽238の間にヘッダ251bに取り付けられた導管曝気槽238が点在するように導管曝気槽238に接続される。そのような配置の1つが図7Aに示されるが、ヘッダ251aは、薄膜モジュール20の真下の導管曝気槽238に接続され、一方、ヘッダ251bは、薄膜モジュール20の下方及びその間に配置された水平にずらされた導管曝気槽238に接続される。ここで、図7B、図7C、及び、図7Dを参照すると、図7Aの実施形態の1組の変形が示されている。図7Bにおいて、ヘッダ251aと251bとは、薄膜モジュール20の下に配置された、水平にずらされた交替する導管曝気槽238に接続される。図7Cにおいて、ヘッダ251aと251bとは、交替する薄膜モジュール20の真下に配置された、水平にずらされた交替する導管曝気槽238に接続される。図7Dにおいて、ヘッダ251aと251bとは、交替する薄膜モジュール20の真下でその間に配置された、水平にずらされた交替する導管曝気槽238に接続される。これらの事例のいずれにおいても、より多くの薄膜モジュール20が使用される場合は、そのパターンが繰り返される。

【0034】

ヘッダ251aと251bとは、各々、バルブセット254に次に接続される空気吐出しネットワーク240の個別の分岐に接続される。バルブセット254とバルブ制御装置256とは、空気供給装置242から空気吐出しネットワー

240へ短い周期で空気を供給するように配置及び作動され、高流量の空気が空気吐出しネットワーク240の各分岐に半分の周期の間供給される。空気吐出しネットワーク240の分岐が高流量で空気を受け入れていない間は、低流量の空気を受け入れる。低流量とは、好適には高流量の半分か又はそれ以下の流量であり、条件が許せば、低流量は、エア・オフ状態であることが好ましい。

【0035】

総周期は、濾過容器512の深さ、薄膜モジュール20のデザイン、処理パラメータ、及び、処理される供給水14の条件によって変動し得るが、濾過容器412が深さ1メートルと10メートルとの間の一般的な地方自治体用タンクの場合、少なくとも2秒（最高流量で1秒、低減流量で1秒）で、120秒（最高流量で60秒、低減流量で60秒）未満であることが好ましい。しかし、周期の長さは、20秒と40秒との間が好適である。10秒以下の短い周期は、タンク12の深さに比較してかなり長い距離を通して気泡36を上昇させるのにその周期が不十分である場合、深いタンク12のタンク水18の種々の密度領域を確立するのに十分でないかもしれない。120秒又はそれ以上の長い周期は、薄膜モジュール20が部分的に長時間気泡36を受けなくなる可能性があり、急激な付着を引き起こすことになる。前述したように、この有益な効果は、過渡的流れの生成と関連している可能性があるので、タンクの深さ又は囲い板など、1組の導管曝気槽238上方の水柱の加速をもたらす要素は、前述の好適な周期を修正し得ると考えられる。

【0036】

ヘッダ251bに取り付けられた導管曝気槽238が点在するヘッダ251aに接続された導管曝気槽238を有するこの実施形態において、濾過帯域内のタンク水18に高及び低密度に変動する区域が生成される。前述のように、本発明者は、これらの変化がタンク18に過渡的流れを生成すると考えている。空気吐出しネットワーク240の個々の分岐に取り付けられた導管曝気槽238上方の曝気の有効区域が十分に小さい場合でも、本発明者は、空気吐出しネットワーク240の別の分岐に取り付けられた個別の曝気槽238上方の区域間の水平方向に認知できる過渡的流れが生成されると考えている。図7A、図7B、図7C、

及び、図7Dを参照すると、示されている薄膜モジュール20は、1つ又は2つ分の矩形かせ8の大きさが好適である。

【0037】

例示的に図8A及び8Bにおいて、垂直に向けられた中空繊維薄膜23を有する矩形かせ8で作った薄膜モジュール220は、図7Dに示すように薄膜モジュール220に対して配置された導管曝気槽238を有する循環曝気システム237によって空気に曝される。図8A及び図8Bにおいて、図面をわかりやすくするため、中空繊維薄膜23のたるみの程度が非常に誇張されている。更に、各々の垂直矩形かせ8に2つの中空繊維薄膜23しか図示されていないが、前述したように矩形かせ8は、実際には多くの中空繊維薄膜23で構築されるであろう。

【0038】

定常状態の曝気においては、気泡36が垂直矩形かせ8を貫通するのを促進するのが困難である。気泡236は、自然に薄膜モジュール220の隅りや薄膜モジュール220の間のスロットを通るなど抵抗の最も少ない部分を通過する傾向があり、垂直矩形かせ8の外縁部上の中空繊維薄膜23は、気泡36と相当に多く接触する可能性がある。更に、中空繊維薄膜23の上部10から20%は、エアリフト効果によりきつく曲った形状に変形されることが多く、ほんの僅かしか動かない。中空繊維薄膜23の底部のより小さな部分はまた、下部ヘッダ22周りの水流により、きつい曲面となり得る。これらのきつい曲面部分において、中空繊維薄膜23は、比較的速く汚れる。

【0039】

しかし、循環曝気を用いると、より高い流量の空気がヘッダ251aとヘッダ251bとの間で交替される。より多くの空気がヘッダ251aに供給されると、中空繊維薄膜23は、図示のように第1の局所的再循環パターン280を伴って、図8Aに示す平均的な形状となる。ヘッダ251bに更に多くの空気が供給されると、中空繊維薄膜23は、図示のような第2の局所的再循環パターン282を伴う、図8Bに示す平均的な形状となる。循環曝気システム237の影響の下で、中空繊維薄膜23は、図8A及び図8Bに示す位置の間で交替する。従って、ほんの僅かしか動かない中空繊維薄膜23の部分はサイズが小さくなる。そ

の周期はまた、垂直矩形かせ8の中へ及び垂直矩形かせ8からの逆流を生成し、本発明者は、それが気泡36の垂直矩形かせ8内への深い浸透を促進すると考えている。

【0040】

導管曝気槽

ここで、図9Aを参照すると、導管曝気槽238が示されている。導管曝気槽238は、内径が15ミリメートルと100ミリメートルとの間の円形パイプである細長い中空体302を有する。一連の孔304が中空体302を貫通し、空気を導管曝気槽238から外に流して気泡を生成する。孔の大きさ、数、及び、位置は、変動し得るが、例えば、矩形かせ8用には、直径が5ミリメートルと10ミリメートルとの間の2つの（各側面に1つ）孔を中空体302に沿って50ミリメートルから100ミリメートル毎に配置し、曝気槽300の深さにおいて孔を通る水柱で10ミリメートルと100ミリメートルとの間の圧力損失をもたらす空気流を供給されるものが適している。

【0041】

空気は、注入口306から導管曝気槽238に入る。導管曝気槽238の反対の端部に排出口308がある。曝気槽300の深さにおける孔304に亘る最低及び最高予想水柱圧力降下の間の垂直距離だけ、排出口308の最も高い点が注入口308上の最も低い点の下に位置する。孔304に亘る曝気槽300の深さにおける最低予想水柱圧力降下は、少なくとも孔304の頂部と中空体302の内側底部との間の距離と同じぐらいが好適である。曝気槽300の空気と曝気槽300周辺の水との間の空気／水インタフェース309は、中空体302の内側底部の下に位置するであろうが、排出口308の最高点の上方であろう。このように、導管曝気槽238に入るタンク水18は、排出口308へ流れることになり、孔304近くには溜まらないであろう。

【0042】

ここで、図9Bを参照すると、比較的清潔なタンク水18用に好適な別の導管曝気槽238が示されている。本体302の断面は矩形であるが、底部が開放されている。導管曝気槽238は、別個の構成要素か、又は、薄膜モジュール20

のヘッダ22と一体になっていてもよく、その場合、下部ヘッダ22の底部が本体302の頂部の役目を得る。本体302の端部は、これもヘッダ22の部分であり得るキャップ310によって蓋をされる。タンク水18に対して開放している本体302の底部により、導管曝気槽238内に浸透するタンク水18がタンク水18に流れて戻る。気泡36が導管曝気槽238の底部に発生するのを防ぐために、本体302の側面は、孔304を通る予想圧力降下を超える距離だけ孔304の底部の下に延びる。

【0043】

ここで、図9Cを参照すると、示されている別の導管曝気槽238は、本節で説明する以外は図9Aの導管曝気槽238とほぼ同じである。部分切取内部図で示されるゴムスリーブ400は、本体302を被覆し、孔304に対応するスリット402を有する。スリット402は、導管曝気槽238内に空気が流されると開き、高い流量の空気が使用されるとより大きなサイズに開く。従って、スリット402により空気の流れが最大流量でより大きな気泡が発生し、空気の流量が小さくなるとより小さな気泡が発生する。廃水用途において、気泡36のサイズが小さくなると、小さな空気流量において酸素搬送効率の改善をもたらす。

【0044】

ここで、図9Dを参照すると、比較的固形物の多いタンク水18用に適した別の導管曝気槽が示されている。本体302は、直径32ミリのチューブである。孔304は、直径が8ミリメートルであり、水平面から30度上向きに装着される。本体302の底部にある排水孔410は、一般に直径が16ミリメートルで、タンク水18を浸透させて本体302から排水する。キャップ412は、本体302の端部を覆う。

前述したような導管曝気槽238は、空気がそれを通して流れていてもいくかのタンク水18を受け入れる可能性があり、それが乾燥して固形物の蓄積を残す。しかし、空気の供給が、前述したようにマニホールドの間で切り替えられる時、導管曝気槽238は、交替してあふれたり空になったりする。得られる導管曝気槽238の周期的な湿潤は、再湿潤するのを助け、導管曝気槽238に堆積している固形物を除去するのに役立ち、又は、タンク水18が乾いて導管曝気槽2

38に固形物が堆積するのを防ぐ。必要であれば、大気に通じるバルブを開放することにより適切なマニホールドから空気を放出し、この水の氾濫を促進できる。

本発明が開示する範囲内で、上記と類似の実施形態は、多くの代替形態として作ることができ、多くの代替方法に従って作動させることができる。

【0045】

実施例

次に示す実施例は、ゼノン・エンバイロンメンタル・インコーポレーテッドが製造する薄膜モジュールZW 500に関する。各々のZW 500は、2つの垂直中空繊維薄膜の矩形かせを有する。見かけ速度を計算する目的のため、各ZW 500薄膜モジュールの曝気の断面積は、約0.175平方メートルである。以下に与えられる空気流量は、全て標準条件での値である。

【0046】

実施例1

8つのZW 500薄膜モジュールをほぼ一定の処理パラメータで、フラックスと曝気とを変え、ベントナイトサスペンションにおいて運転した。薄膜の付着率を監視し、曝気の効果の評価した。曝気は、カセットに、204立方メートル/時間（すなわち、各モジュール当たり25.5立方メートル/時間）と136立方メートル/時間との一定流量で、様々な循環形態に従って供給された。循環試験において、総量136立方メートル/時間の空気供給が、モジュールの下方に置かれた曝気槽と、モジュールの間及び側面に置かれた曝気槽との間で、図10Aに示す時間間隔の周期で循環された。136立方メートル/時間で約30秒周期の循環曝気（曝気槽の各組に15秒の空気）は、204立方メートル/時間の非循環曝気とほぼ同じ効果があった。

【0047】

実施例2

ほぼ一定のパラメータで、図10Bに示すように空気流を変化させ、実施例1に述べたのと同じ装置を試験した。特に各々の組の曝気槽が総空気量の70%を10秒間、及び、総空気量の30%を10秒間受け取るように、総空気流量136立方メートル/時間の70%が20秒間周期で循環された。図10Bに示すよ

うに、空気流量の70%の循環により、同一の全空気流量における一定の曝気に比べ、高浸透フラックスにおいて、付着率が減少した。

【0048】

実施例3

2つのZW 500薄膜モジュールを運転し、天然供給水から飲料水を製造した。運転パラメータは一定に保ったが、曝気を変化させた。モジュールは、最初の約10日間、モジュール当たり25.5立方メートル/時間（全システム空気流量51立方メートル/時間）の非循環曝気で運転した。次の3日間、空気が1組のモジュール近くの曝気槽から別のモジュール近くの曝気槽に切り替えられ、各々のモジュールが12.8立方メートル/時間で10秒間曝気され、次に、10秒間曝気されないようにした（総システム空気流量12.8立方メートル/時間）。次の10日間、モジュールが曝気され、各々のモジュールが25.5立方メートル/時間で10秒間曝気され、次に、10秒間曝気されないようにした（総システム空気流量25.5立方メートル/時間）。次の10日間、最初の一定空気流量に戻された。図10Cに示すように、各々のモジュールが25.5立方メートル/時間で10秒間曝気され、次に10秒間されなかったことで（すなわち、最初の総システム空気流量の1/2）、薄膜の浸透率が250L/平方メートル/時間/パールを超えたところで安定したのに対し、最初の総システム空気流量の非周期空気流量において薄膜の浸透率は、僅か、約125L/平方メートル/時間/パールのところで安定した。

【0049】

実施例4

各々が2つのZW 500薄膜モジュールを有する3台のユニットを薄膜バイオリアクタにおいてフラックスを種々変えて運転した。ユニット1は、26L/平方メートル/時間と51L/平方メートル/時間とで運転するモジュールを備えていた。ユニット2は、31L/平方メートル/時間と46L/平方メートル/時間とで運転するモジュールを備えていた。ユニット3は、34L/平方メートル/時間と51L/平方メートル/時間とで運転するモジュールを備えていた。それらのユニットは、最初約10日間、モジュール当たり42.5立方メートル/時間/パールのところで安定した。

ル/時間の非循環曝気(総システム空気流量85立方メートル/時間)で運転した。浸透率は、ユニット1において、250と275L/平方メートル/時間/パールとの間で、ユニット2において、200と225L/平方メートル/時間/パールとの間で、ユニット3において、150と175L/平方メートル/時間/パールとの間で減少して安定した。次の14日間、61.2立方メートル/時間の総システム空気流量がモジュール下部の曝気槽に10秒間加えられ、モジュール側面の曝気槽に10秒間加えられた。これらの条件下で、浸透率は、ユニット1において、350と375L/平方メートル/時間/パールとの間で、ユニット2及び3において、325と350L/平方メートル/時間/パールとの間で増加して安定した。

【0050】

実施例5

6つのZW 500モジュールのカセットを下水処理に使用した。他の処理パラメータを一定に保ち、曝気を変化させてモジュールの浸透率を図11に示すように周期的に計測した。期間Aで、255立方メートル/時間の空気を連続して均一に供給した。期間Bで、184立方メートル/時間の空気をモジュール下部の曝気槽に10秒間、次に、モジュール側面の曝気槽に10秒間加えた。期間Cで、同じ形態の曝気を適用したが、モジュールの周囲の開いを変えた。期間Dで、184立方メートル/時間の空気をモジュールの第1の組に近い曝気槽に10秒間、次にモジュールの第2の組に近い曝気槽に10秒間加えた。期間Eで、204立方メートル/時間の空気を全てのモジュールに均一に10秒間加え、次にモジュールに10秒間空気を加えなかった。期間Fで、306立方メートル/時間の空気を全てのモジュールに均一に10秒間加え、次にモジュールに10秒間空気を加えなかった。期間Gで、153立方メートル/時間の空気をモジュールの第1の組に近い曝気槽に10秒間、次にモジュールの第2の組に近い曝気槽に10秒間加えた。

【0051】

実施例6

単一のZW 500薄膜モジュールを使って表面供給水を濾過した。他の処理

パラメータを一定に保ち、曝気形態を種々変化させてモジュールを運転して浸透率を周期的に記録した。最初にモジュールを(a) 20.4立方メートル/時間と、(b) 25.5立方メートル/時間との一定の曝気で運転した。初期の透過率の減少後、透過率は、(a) 約200 L/平方メートル/時間/パールと、(b) 275及び300 L/平方メートル/時間/パールの間とで各々安定した。最初の実験において、モジュールに25.5立方メートル/時間で2分間曝気を加え、次に2分間止めた。この実験において、浸透率は急激に減少し、許容できるレベルに持続できなかった。しかし、別の実験において、モジュールに25.5立方メートル/時間で30秒間曝気を供給し、次に8.5立方メートル/時間で30秒間を供給した。この実験において、当初やはり浸透率が減少したが、後に275と300 L/平方メートル/時間/パールとの間で安定した。

【図面の簡単な説明】

【図1 A】

浸漬型薄膜リアクタの概略図である。

【図1 B】

本発明の実施形態による薄膜モジュールを示す図である。

【図1 C】

本発明の実施形態による薄膜モジュールを示す図である。

【図1 D】

本発明の実施形態による薄膜モジュールを示す図である。

【図2】

本発明の実施形態による曝気システムの概略平面図である。

【図3】

本発明の実施形態の作動効果を示す一連のグラフである。

【図4 A】

本発明の実施形態によるバルブセット及びバルブ制御装置の概略図である。

【図4 B】

本発明の実施形態によるバルブセット及びバルブ制御装置の概略図である。

【図4 C】

本発明の実施形態によるバルブセット及びバルブ制御装置の概略図である。

【図 5】

本発明の実施形態による薄膜モジュール及び曝気システムの概略平面図である。

【図 6】

本発明の別の実施形態による薄膜モジュール及び曝気システムの概略平面図である。

【図 7 A】

本発明の別の実施形態による薄膜モジュール及び曝気システムの概略平面図である。

【図 7 B】

図 7 A に示す実施形態の代替形態による薄膜モジュール及び一部の曝気システムの立面図である。

【図 7 C】

図 7 A に示す実施形態の代替形態による薄膜モジュール及び一部の曝気システムの立面図である。

【図 7 D】

図 7 A に示す実施形態の代替形態による薄膜モジュール及び一部の曝気システムの立面図である。

【図 8 A】

循環曝気システムの影響の下にある本発明の実施形態による薄膜モジュール及び一部の曝気システムの立面図である。

【図 8 B】

循環曝気システムの影響の下にある本発明の実施形態による薄膜モジュール及び一部の曝気システムの立面図である。

【図 9 A】

本発明の実施形態による曝気槽を示す図である。

【図 9 B】

本発明の実施形態による曝気槽を示す図である。

【図9C】

本発明の実施形態による曝気槽を示す図である。

【図9D】

本発明の実施形態による曝気槽を示す図である。

【図10A】

2つのグループの曝気槽を有する本発明の実施形態で行われた試験結果を示すチャートである。

【図10B】

2つのグループの曝気槽を有する本発明の実施形態で行われた試験結果を示すチャートである。

【図10C】

2つのグループの曝気槽を有する本発明の実施形態で行われた試験結果を示すチャートである。

【図11】

1つのグループの曝気槽を有する本発明の実施形態で行われた試験結果を示すチャートである。

【例 1 A】

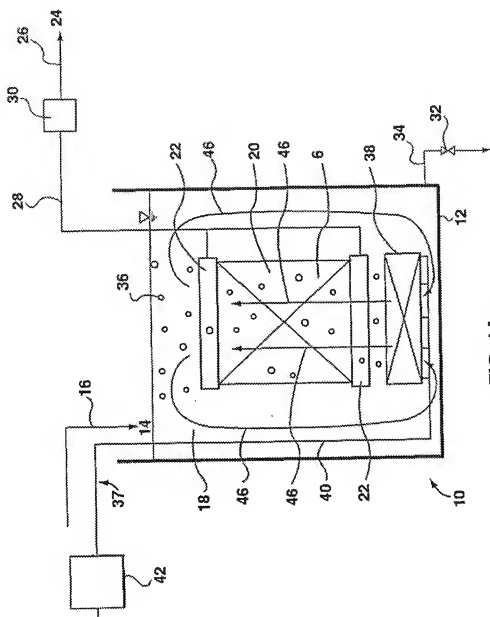


FIG. 1A

【図1B】

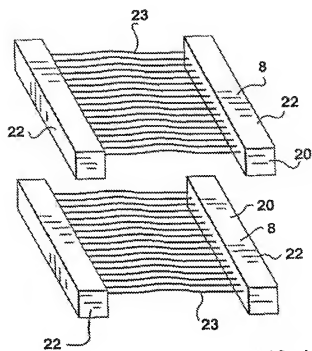


FIG. 1B

【図1C】

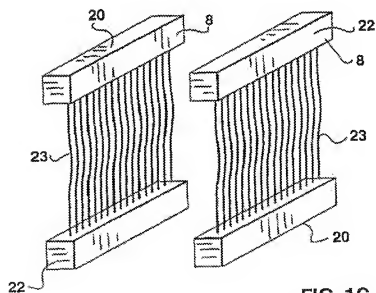
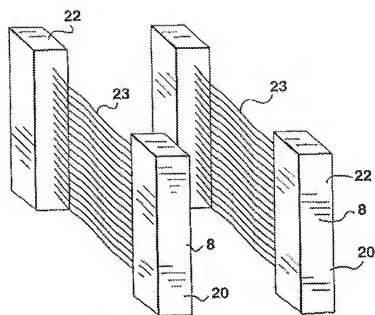


FIG. 1C

【図1D】

FIG. 1D

【図2】

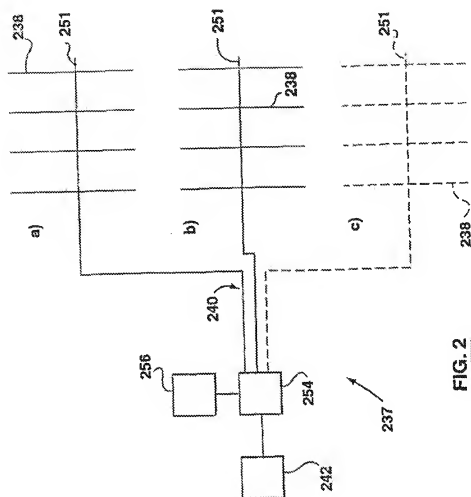


FIG. 2

【図3】

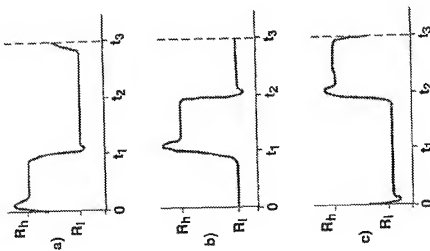
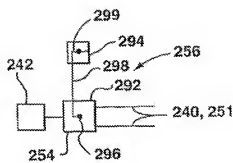
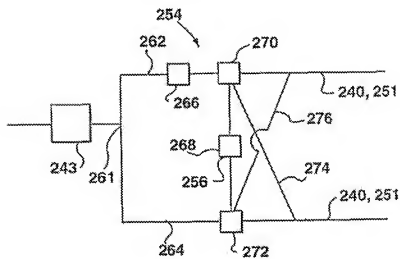


FIG. 3

【図4A】

FIG. 4A

【図4B】

FIG. 4B

【図4C】

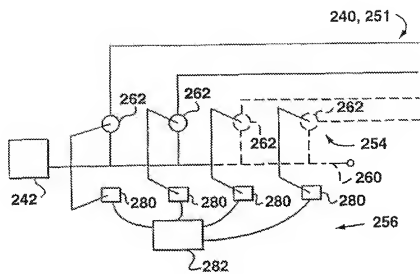


FIG. 4C

【図5】

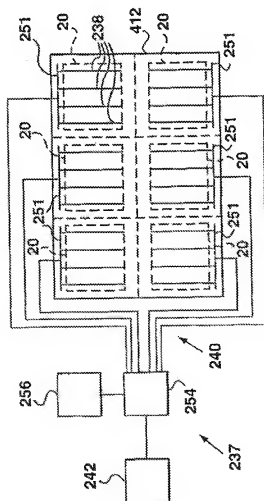


FIG. 5

【例 6】

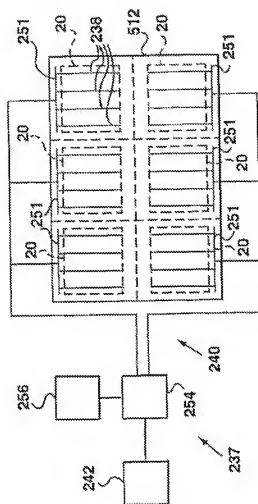


FIG. 6

【図 7 A】

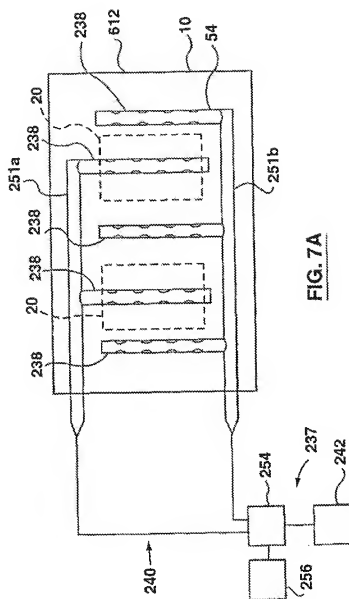


FIG. 7A

【図 7 B】

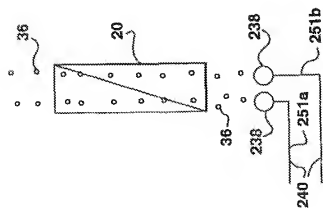


FIG. 7B

【図7C】

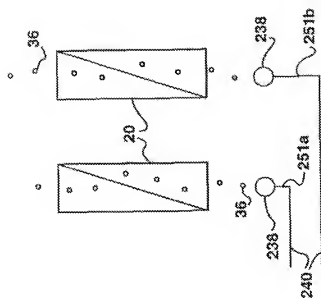


FIG. 7C

【図7D】

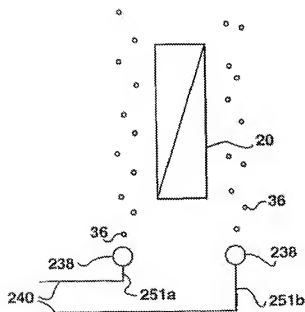


FIG. 7D

【図8A】

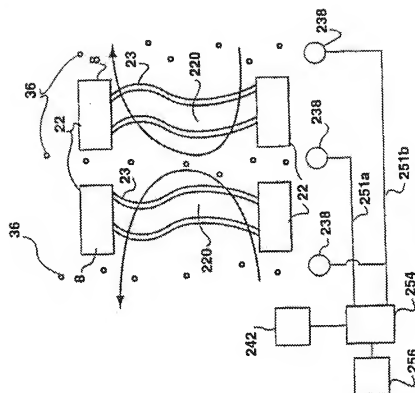


FIG. 8A

【図8B】

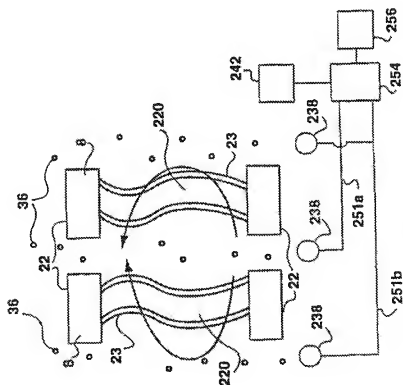
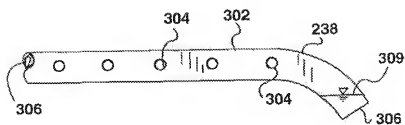
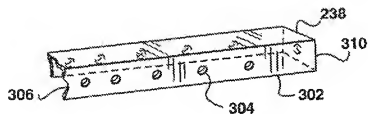


FIG. 8B

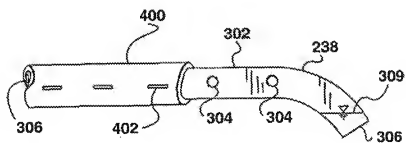
【図9A】

**FIG. 9A**

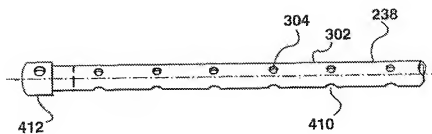
【図9B】

**FIG. 9B**

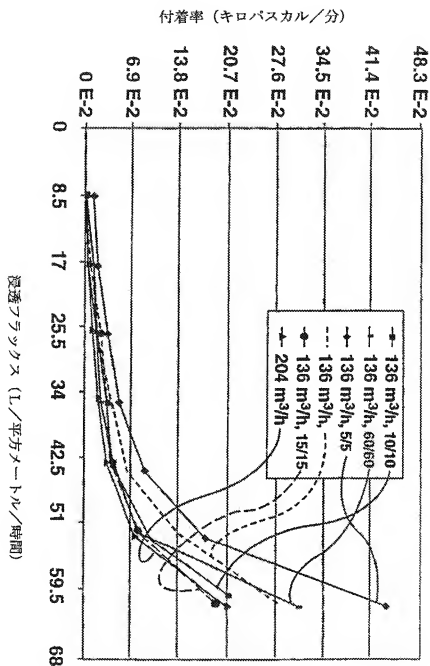
【図9C】

**FIG. 9C**

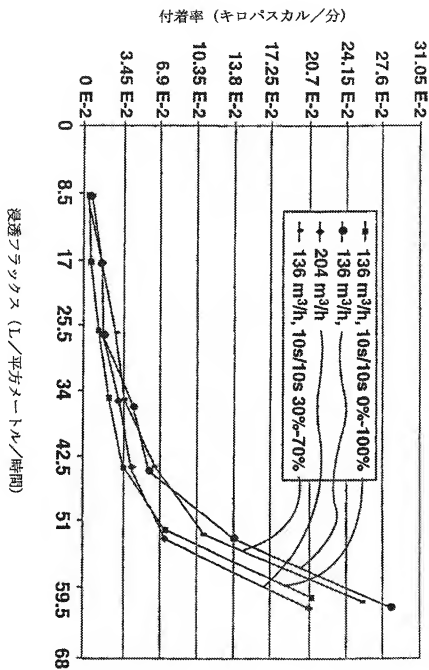
【図9D】

**FIG. 9D**

【図10A】

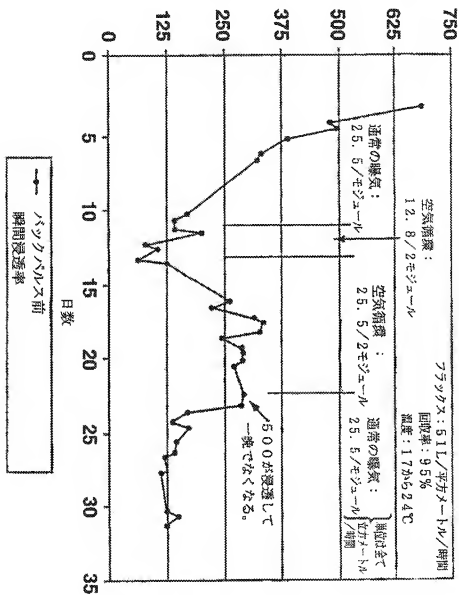


【図10B】

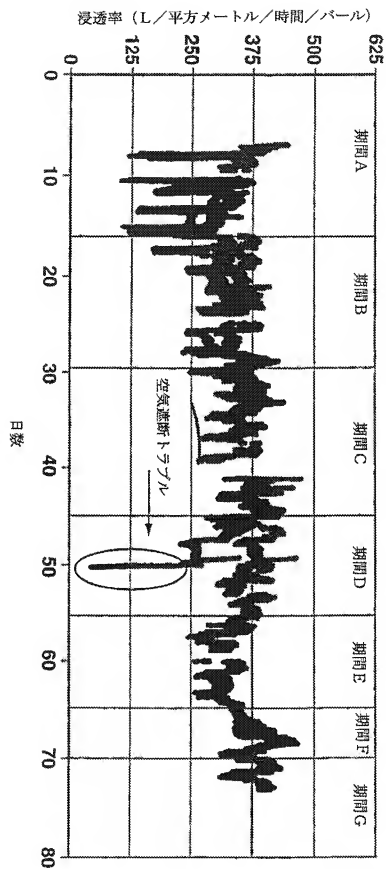


【図10C】

20℃に補正後の浸透率(L/平方メートル/時間/パール)



【図11】



【手続補正書】特許協力条約第19条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成12年3月29日(2000. 3. 29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 複数の個別の分岐を有する空気吐出しネットワークと

(b) 前記空気吐出しネットワークの前記個別の分岐に流体連結され、薄膜の下方に装着可能な1つ又はそれ以上の曝気槽と、

(c) 初期流量で初期空気流を供給する空気供給装置と、

(d) 前記空気供給装置と流体連結され、前記空気吐出しシステムの前記個別の分岐と流体連結された個別の排出口を有するバルブセットと、
を持ち、

前記バルブセットは、

(i) 任意の時点で、空気吐出しシステムの少なくとも1つの前記個別の分岐がより高流量で空気を受け取り、空気吐出しシステムの他の少なくとも1つの前記個別の分岐が前記高流量の半分未満であるより低流量で空気を受け取るように、前記初期空気流を分割し、

(ii) 前記空気吐出しネットワークのどの分岐又は複数の分岐が、空気を繰り返し周期で前記より高流量及び前記より低流量で受け取るかを切り替える、
ように作動可能である、
1つ又はそれ以上の浸漬型薄膜モジュールを包含するタンクのタンク水を曝気する曝気装置であって、

前記1つ又はそれ以上の曝気槽は、前記低流量で空気が供給される時にタンク水を受け入れる導管曝気槽である、
ことを特徴とする曝気装置。

【請求項2】 (a) 複数の個別の分岐を有する空気吐出しネットワークと

、
(b) 前記空気吐出しネットワークの前記個別の分岐に流体連結され、前記薄膜の下方に装着可能な1つ又はそれ以上の曝気槽と、

(c) 初期流量で初期空気流を供給する空気供給装置と、

(d) 前記空気供給装置と流体連結され、前記空気吐出しシステムの前記個別の分岐と流体連結された個別の排出口を有するバルブセットと、
を持ち、

前記バルブセットは、

(i) 任意の時点で、空気吐出しシステムの少なくとも1つの前記個別の分岐がより高流量で空気を受け取り、空気吐出しシステムの他の少なくとも1つの前記個別の分岐が前記高流量の半分未満であるより低流量で空気を受け取るように、前記初期空気流を分割し、

(ii) 前記空気吐出しネットワークのどの分岐又は複数の分岐が、空気を繰り返し周期で前記より高流量及び前記より低流量で受け取るかを切り替える、
ように作動可能である、

1つ又はそれ以上の浸漬型薄膜モジュールを包含するタンクのタンク水を曝気する曝気装置であって、

前記1つ又はそれ以上の曝気槽は、導管曝気槽の孔に対応するスリットを持つ弾性スリーブによって覆われる導管曝気槽である、
ことを特徴とする曝気装置。

【請求項3】 (a) 複数の個別の分岐を有する空気吐出しネットワークと

、
(b) 前記空気吐出しネットワークの前記個別の分岐に流体連結され、前記薄膜の下方に装着可能な1つ又はそれ以上の曝気槽と、

(c) 初期流量で初期空気流を供給する空気供給装置と、

(d) 前記空気供給装置と流体連結され、前記空気吐出しシステムの前記個別の分岐と流体連結された個別の排出口を有するバルブセットと、
を持ち、

前記バルブセットは、

(i) 任意の時点で、空気吐出しシステムの少なくとも1つの前記個別の分岐がより高流量で空気を受け取り、空気吐出しシステムの他の少なくとも1つの前記個別の分岐が前記高流量の半分未満であるより低流量で空気を受け取るように、前記初期空気流を分割し、

(ii) 前記空気吐出しネットワークのどの分岐又は複数の分岐が、空気を繰り返し周期で前記より高流量及び前記より低流量で受け取るかを切り替える、ように作動可能である、

1つ又はそれ以上の浸漬型薄膜モジュールを包含するタンクのタンク水を曝気する曝気装置であって、

(f) 前記曝気槽は、導管曝気槽であり、

(g) 前記空気吐出しシステムの第1の個別の分岐に付随する前記曝気槽には、隣接する曝気槽が前記空気吐出しシステムの異なる個別の分岐に流体組合せされるように、前記空気吐出しシステムの第2の個別の分岐に付随する前記曝気槽が点在する、
ことを特徴とする曝気装置。

【請求項4】 前記バルブセット制御装置は、前記繰り返し周期が継続時間120秒未満であるように作動されることを特徴とする請求項3に記載の発明。

【請求項5】 前記バルブセット制御装置は、前記繰り返し周期が継続時間60秒未満でかつ10秒を超えるように作動されることを特徴とする請求項4に記載の発明。

【請求項6】 前記バルブセット制御装置は、前記繰り返し周期が継続時間40秒未満でかつ20秒を超えるように作動されることを特徴とする請求項5に記載の発明。

【請求項7】 前記薄膜モジュールは、垂直方向に向けられた中空繊維薄膜を持つことを特徴とする請求項3に記載の発明。

【請求項8】 前記薄膜モジュールは、上部及び下部ヘッダを有する矩形かせであり、前記曝気槽は、前記矩形かせの前記ヘッダとほぼ同じ長さの導管曝気槽であり、1つ又は2つの矩形かせは、そのような曝気槽の各々に付随すること

を特徴とする請求項7に記載の発明。

【請求項9】 濾過帯域に集められた浸漬型薄膜モジュールを準備する段階と、前記薄膜モジュールを通して濾過水を浸透させる段階と、前記濾過帯域を連続して逆洗する段階とを持つ濾過方法であって、

(a) 高流量、又は、エア・オフ状態と前記高流量の半分との間である低流量のいずれかで曝気を前記濾過帯域に準備する段階と、

(b) 前記濾過帯域に対して、予め選択された時間だけ、前記予め選択された時間の1.2倍を超えない周期により連続して前記高流量で曝気を準備する段階と、

(c) 濾過帯域の曝気の間、前記濾過帯域の各々を逆洗するために前記逆洗手段を作動する段階と、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項10】 濾過浸透液を生成するために水を処理するリアクタであって、

(a) 前記水を保持するタンクと、

(b) 前記水中に正常に浸漬されるように前記タンクに装着された1つ又はそれ以上の薄膜モジュールと、

(c) 前記1つ又はそれ以上の薄膜モジュールから濾過浸透液を回収する手段と、

(d) (i) 付着抑制気泡で供給水を曝気し、(ii) 前記タンクの前記水に過渡的流れ状態を生成する、その両方の手段と、

を含み、

前記タンク水は、前記周期のほとんどの間、加速又は減速して定常状態がほとんどない、

ことを特徴とするリアクタ。

【請求項11】 前記1つ又はそれ以上の薄膜モジュールは、中空繊維離薄膜モジュールを含むことを特徴とする請求項10に記載の発明。

【請求項12】 複数の浸漬型薄膜モジュールを曝気する方法であって、前記薄膜モジュールの下方の曝気槽に、継続時間120秒未満の繰り返し周期

で、流れの高流量と前記高流量の半分未満である低流量との間で交替する空気流を供給する段階、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項13】 前記繰り返し周期は、継続時間10秒から60秒の間であることを特徴とする請求項12に記載の発明。

【請求項14】 前記低流量は、エア・オフ状態であることを特徴とする請求項13に記載の発明。

【請求項15】 前記高流量は、0.013メートル/秒から0.15メートル/秒の間の空気流を受け入れる前記曝気槽に対する見かけ速度に相当することを特徴とする請求項14に記載の発明。

【請求項16】 前記曝気槽への気体流量が前記高流量の時、より大きな気泡を生成する段階と、

前記曝気槽への気体流量が前記低流量の時、より小さな気泡を生成する段階と、
を更に含むことを特徴とする請求項12に記載の方法。

【請求項17】 複数の浸漬型薄膜モジュールを曝気する方法であって、

(a) 前記薄膜モジュール下方の第2の組の曝気槽を点在させて前記薄膜モジュール下方に第1の組の曝気槽を準備する段階と、

(b) 初期流量で初期空気流を準備する段階と、

(c) 継続時間120秒未満の繰り返し周期で、第1の時間間隔に対して前記第1の組の曝気槽が高流量で空気を受け取る一方、前記第2の組の曝気槽が低流量で空気を受け取り、第2の時間間隔に対して前記第1の組の曝気槽が低流量で空気を受け取る一方、前記第2の組の曝気槽が高流量で空気を受け取るように、前記初期空気流を分割及び配分する段階と、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項18】 前記周期は、継続時間20から40秒の間であることを特徴とする請求項17に記載の発明。

【請求項19】 前記低流量は、エア・オフ状態であることを特徴とする請求項17に記載の発明。

【請求項20】 前記気体流の高流量は、0.013メートル/秒から0.15メートル/秒の見かけ速度に相当することを特徴とする請求項19に記載の曝気システム。

【請求項21】 1つ又はそれ以上の浸漬型薄膜モジュールを包含するタンク又は複数のタンクのタンク水を曝気する循環曝気装置であって、

(a) 空気吐出しネットワークと、

(b) 前記空気吐出しネットワークに流体連結され、前記薄膜下方に装着可能な1つ又はそれ以上の曝気槽と、

(c) 初期流量で初期空気流を供給する空気供給装置と、

(d) 前記空気供給装置に流体連結され、前記空気吐出しネットワークに流体連結された排出口を持つバルブセットと、

(e) 前記バルブセットを制御するバルブセット制御装置と、
を含み、

前記バルブセット及びバルブセット制御装置は、前記排出口において、空気を継続時間120秒又はそれ以下の周期で高流量及び低流量で交互に供給するように作動可能である、
ことを特徴とする循環曝気装置。

【請求項22】 前記低流量は、前記高流量の半分未満であることを特徴とする請求項21に記載の発明。

【請求項23】 前記低流量は、エア・オフ状態であることを特徴とする請求項22に記載の循環曝気装置。

【請求項24】 前記高流量は、前記高流量で空気を受け入れる前記曝気槽に対して0.013メートル/秒から0.15メートル/秒の見かけ速度を持つことを特徴とする請求項23に記載の循環曝気装置。

【請求項25】 前記周期は、継続時間10秒から60秒の間であることを特徴とする請求項21に記載の循環曝気装置。

【請求項26】 前記薄膜モジュールは、中空繊維薄膜を持つことを特徴とする請求項21に記載の循環曝気装置。

【請求項27】 前記中空繊維薄膜は、前記タンク内で水平方向に向けられ

ることを特徴とする請求項26に記載の循環曝気装置。

【請求項28】 濾過浸透液を生成するために水を処理するリアクタであって、

(a) 前記水を保持するタンクと、

(b) 前記水中に正常に浸漬されるように前記タンクに装着された1つ又はそれ以上の薄膜モジュールと、

(c) 前記1つ又はそれ以上の薄膜モジュールから濾過浸透液を回収する手段と、

(d) (i) 付着抑制気泡で供給水を曝気し、(ii) 前記タンクの前記水に水平方向の過渡的流れ状態を生成する、その両方の手段と、
を含むことを特徴とするリアクタ。

【請求項29】 前記1つ又はそれ以上の薄膜モジュールは、中空繊維薄膜を含むことを特徴とする請求項28に記載の発明。

【手続補正書】

【提出日】平成13年6月4日（2001. 6. 4）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の浸漬型薄膜モジュールの下方の曝気槽に、空気流を供給することにより該薄膜モジュールを曝気する曝気方法において、継続時間120秒以下の繰り返し周期であって、この繰り返し周期の大部分の間、タンク内の水に過渡的な流れ状態を形成するのに十分な時間の繰り返し周期で、前記薄膜モジュールの下方の曝気槽への空気流を、高流量と、この高流量の2分の1以下の低流量の間で切り換え、これによって前記タンク内のタンク水が定常状態にほとんどならないようにしたことを特徴とする曝気方法。

【請求項2】 前記繰り返し周期の継続時間が少なくとも10秒である請求項1の曝気方法。

【請求項3】 前記繰り返し周期の継続時間が少なくとも約20秒である請求項1または2の曝気方法。

【請求項4】 前記繰り返し周期の継続時間が約20秒から60秒の間である請求項1～3のいずれかの曝気方法。

【請求項5】 前記繰り返し周期の継続時間が約20秒から40秒の間である請求項1～4のいずれかの曝気方法。

【請求項6】 前記低流量がエア・オフ状態である請求項1～5のいずれかの曝気方法。

【請求項7】 前記高流量は、曝気槽に対する空気流の見かけの速度が0.013m/sから0.15m/sの間である流量に相当するものである請求項1～6のいずれかの曝気方法。

【請求項8】 前記曝気槽と同一平面に散在された複数の第の曝気槽が設

けられており、この第2の曝気槽は、第1の曝気槽が高流量の空気を受けているとき低流量の空気を受け、第1の曝気槽が低流量の空気を受けているとき高流量の空気を受けるようになっている請求項1～7のいずれかの曝気方法。

【請求項9】 中空繊維薄膜を備える請求項1～8のいずれかの曝気方法。

【請求項10】 前記繰り返し周期の継続時間の約半分が前記高流量の空気流である請求項1～9のいずれかの曝気方法。

【請求項11】 前記空気流が、高流量と低流量の間で急激に切り換えられる請求項1～10のいずれかの曝気方法。

【請求項12】 1つ又はそれ以上の浸漬型薄膜モジュールを収容するタンク内のタンク水を曝気するための曝気装置であって、

- (a) 複数の個別の分岐を有する空気吐出しネットワークと、
- (b) 前記空気吐出しネットワークの前記個別の分岐に流体連結され、前記薄膜モジュールの下方に装着可能な1つ又はそれ以上の曝気槽と、
- (c) 初期流量で初期空気流を供給する空気供給装置と、
- (d) 前記空気供給装置と流体連結され、前記空気吐出しネットワークの前記個別の分岐と流体連結された個別の排出口を有するバルブセットの1つ又はそれ以上のバルブを備えた曝気装置において、
- (e) 前記バルブセットの1つ又はそれ以上のバルブが、バルブセット制御装置に機械的にか、電氣的にリンクされており、該バルブセット制御装置が、前記バルブを自動的に制御して、(i) 前記空気吐出しネットワークの少なくとも1つの個別の分岐が比較的高流量の空気を受け、前記空気吐出しネットワークの少なくとも1つの他の個別の分岐が、前記比較的高流量の2分の1以下の比較的低流量の空気を受けるように、前記初期空気流を分割し、かつ(ii) 継続時間120秒以下の繰り返し周期で、前記空気吐出しネットワークの前記少なくとも1つの個別の分岐と前記少なくとも1つの他の個別の分岐が受ける空気を前記比較的高流量と比較的低流量の間で切り換えるようにしたことを特徴とする曝気装置。

【請求項13】 前記バルブセットの1つ又はそれ以上のバルブが、バルブセット制御装置に機械的にか、電氣的にリンクされており、該バルブセット制御装置が、継続時間10秒以上120秒以下の繰り返し周期で、前記空気吐出しネットワークの前記少なくとも1つの個別の分岐と前記少なくとも1つの他の個別の分岐が受ける空気を前記比較的高流量と比較的低流量の間で自動的に切り換えるようにした請求項12の曝気装置。

【請求項14】 前記バルブセットの1つ又はそれ以上のバルブが、バルブセット制御装置に機械的にか、電氣的にリンクされており、該バルブセット制御装置が、継続時間20秒以上120秒以下の繰り返し周期で、前記空気吐出しネットワークの前記少なくとも1つの個別の分岐と前記少なくとも1つの他の個別の分岐が受ける空気を前記比較的高流量と比較的低流量の間で自動的に切り換えるようにした請求項12又は13の曝気装置。

【請求項15】 前記バルブセットの1つ又はそれ以上のバルブが、バルブセット制御装置に機械的にか、電氣的にリンクされており、該バルブセット制御装置が、継続時間20秒以上60秒以下の繰り返し周期で、前記空気吐出しネットワークの前記少なくとも1つの個別の分岐と前記少なくとも1つの他の個別の分岐が受ける空気を前記比較的高流量と比較的低流量の間で自動的に切り換えるようにした請求項12～14のいずれかの曝気装置。

【請求項16】 前記バルブセットの1つ又はそれ以上のバルブが、バルブセット制御装置に機械的にか、電氣的にリンクされており、該バルブセット制御装置が、継続時間20秒以上40秒以下の繰り返し周期で、前記空気吐出しネットワークの前記少なくとも1つの個別の分岐と前記少なくとも1つの他の個別の分岐が受ける空気を前記比較的高流量と比較的低流量の間で自動的に切り換えるようにした請求項12～15のいずれかの曝気装置。

【請求項17】 前記空気吐出しネットワークの第1の個別の分岐に接続された複数の曝気槽が、前記空気吐出しネットワークの第2の個別の分岐に接続された複数の曝気槽と同一平面に散在され、隣り合った曝気槽が、前記空気吐出しネットワークの異なる個別の分岐と流体接続されている請求項12～16のいずれかの曝気装置。

【請求項18】 前記薄膜モジュールが中空繊維薄膜のかせを備えている請求項12～16のいずれかの曝気装置。

【請求項19】 前記薄膜モジュールが、上方ヘッダと下方ヘッダの間に垂直方向に向くように配置された中空繊維薄膜の矩形かさを有し、前記曝気槽が、前記矩形かせの前記ヘッダと平行に配置されている請求項12～18のいずれかの曝気装置。

【請求項20】 前記空気供給装置が、 0.013 m/s から 0.15 m/s の間の空気流を受ける曝気槽に対する見かけの速度に相当する比較的高流量を生成することのできるサイズのものである請求項12～19のいずれかの曝気装置。

【請求項21】 前記比較的低流量が、エア・オフ状態である請求項12～20のいずれかの曝気装置。

【請求項22】 前記バルブセットおよびバルブセット制御装置は、前記空気吐出しネットワークの各個別の分岐における流量に、実質的に矩形形状の変動が生ずるように、急激に切り換えができるように構成されている請求項12～21のいずれかの曝気方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C02F3/12 C02F1/44 C02F3/20 B01D65/02		Int. Appl. No. PCT/CA 99/00940
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 C02F		
Documentation searched other than minimum documentation (to the extent that such documents are included in the fields searched)		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 10, 30 November 1995 (1995-11-30) -A JP 07 185271 A (KURITA WATER IND LTD), 25 July 1995 (1995-07-25) abstract	1-4, 6-12, 15, 17-32
Y	-A DATABASE WPI Section Ch, Week 199538 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class J01, AN 1995-288178 XP002127730, 25 July 1995 (1995-07-25) abstract	5, 13, 14, 16, 33, 34
Y	WO 97 06880 A (ZENON ENVIRONMENTAL INC) 27 February 1997 (1997-02-27) figures 10, 11	5, 13, 14, 35, 34
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are selected above.		
* Special categories of cited documents : "A" documents defining the general state of the art where it is not considered to be of particular relevance "X" earlier document but published on or after the international filing date "Y" document which may have priority (on priority claims) or which is cited to establish the prior art of a claim "C" document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
"T" later document published after the international filing date or priority date and not consistent with the publication but cited to understand the principle or theory underlying the invention "C" document of particular relevance the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step which the document in question alone document of particular relevance the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step which the document is combined with one or more other prior documents, even combination being obvious to a person skilled in the art "A" document number of the same subject family		
Date of the actual completion of the international search 14 January 2000		Date of making of the international search report 04/02/2000
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5810 Paternoster 2 NL - 3208 JH Dordrecht Tel. (+31-79) 248-2640, Te. 31 851 490 01 Fax (+31-79) 248-2619		Authorized officer Gruber, M

Form PCT/IS 4210 (second sheet) July 1993

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Search Application No.

PCT/CA 99/00940

C (CONTINUATION) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim 1a
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 12, 25 December 1997 (1997-12-25) & JP 09 220569 A (KUBOTA CORP), 26 August 1997 (1997-08-26) abstract	16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 03, 31 March 1997 (1997-03-31) -A JP 08 312161 A (AINTETSUKU:KK), 26 November 1996 (1996-11-26) abstract	1,7-9, 15-34
Y A		13,14 2-6
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 052 (C-1022), 2 February 1993 (1993-02-02) & JP 04 265128 A (EBARA INFILCO CO LTD; OTHERS: 01), 21 September 1992 (1992-09-21) abstract	15,17, 19-23, 28-32
A		1-14,18, 24-27
P,A	EP 0 937 494 A (KUBOTA KK) 25 August 1999 (1999-08-25) column 1-2; figures 11,14	1-34
A	US 4 923 614 A (ENGELBART WILKE) 8 May 1990 (1990-05-08) column 8, line 9-55; claims 1,3; figure 5	8

Form PCT/CA 99/00940 (continued on next page) (July 1997)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Appl. No.

PCT/CA 99/00940

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family members(s)	Publication date
JP 07185271 A	25-07-1995	NONE	
WO 9706880 A	27-02-1997	US 5639373 A US 5783083 A AU 5652896 A EP 0846023 A US 5944997 A US 5910250 A	17-06-1997 21-07-1998 12-03-1997 10-06-1998 31-08-1998 08-06-1999
JP 09220569 A	26-08-1997	NONE	
JP 08312161 A	26-11-1996	NONE	
JP 04265128 A	21-09-1992	JP 8004722 B	24-01-1996
EP 0937494 A	25-08-1999	JP 11300177 A	02-11-1999
US 4923614 A	08-05-1990	DE 3619757 A DE 3627665 A AT 57899 T AT 71799 T AU 7547287 A AU 599119 B AU 7584287 A CN 1023750 B DE 3776298 A WO 8707590 A DK 75188 A WO 8707475 A EP 0309474 A EP 0270640 A IN 168279 A JP 2541595 B JP 1500497 T NO 880620 A,B, US 4951606 A CA 1327650 A	17-12-1987 18-02-1988 15-11-1990 15-02-1992 11-01-1988 12-07-1990 11-01-1988 16-02-1994 05-03-1992 17-12-1987 12-02-1988 17-12-1987 05-04-1989 15-06-1988 02-03-1991 09-10-1996 23-02-1989 11-04-1988 28-08-1990 08-03-1994

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 60/116, 591
 (32)優先日 平成11年1月20日(1999. 1. 20)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 2, 278, 085
 (32)優先日 平成11年7月20日(1999. 7. 20)
 (33)優先権主張国 カナダ(CA)
 (31)優先権主張番号 2, 279, 766
 (32)優先日 平成11年7月30日(1999. 7. 30)
 (33)優先権主張国 カナダ(CA)
 (81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AR, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW
 (72)発明者 ジャンソン アーノルド
 カナダ国 エル7エヌ 2ビー2 オンタリオ バーリントン ランキン ドライブ 343
 (72)発明者 レイビー ハミード
 カナダ国 エル5エム 8ジー4 オンタリオ ミッシサウガ トーマス ストリート 2665 ユニット 33
 (72)発明者 スイング マンワインダー
 カナダ国 エル7エヌ 1エックス7 オンタリオ バーリントン ジェント アヴェニュー 1460
 ドクターL(参考) 4B006 GA06 HA02 HA03 KA43 KC03
 KC13 KE22Q KE28Q KE30R
 MA01 PB04 PB08 PB15 PB24